

WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-WODNE DŁUGOTRWALE ODWODNIONEJ PŁYTKIEJ GLEBY ORGANICZNEJ PRZEKSZTAŁCONEJ ORKĄ AGROMELIORACYJNĄ

Zygmunt Miatkowski, Janusz Turbiak

Institut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach,
Wielkopolsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy

Wstęp

Długotrwałe, całkowite pozbawienie gleby organicznej zasilania wodą gruntową prowadzi do pogarszania się jej właściwości fizyczno-wodnych [GAWLIK 1991; CIEŚLIŃSKI i in. 1994; FRĄCKOWIAK, FELIŃSKI 1994]. Następuje trwałe i częściowo nieodwracalne kurczenie się koloidów organicznych, w efekcie czego dochodzi do pogarszania się zdolności retencyjnych masy organicznej. W skrajnych przypadkach długotrwałe przesuszenie gleb organicznych prowadzi do całkowitej degradacji siedlisk łąkowych, co stwarza konieczność ich rekultywacji [GRZYB 1990; CIEŚLIŃSKI i in. 1996]. Jedną ze stosowanych metod rekultywacji zdegradowanych obiektów łąkowych jest przebudowa ich gleb za pomocą orki agromelioracyjnej. Pod wpływem orki agromelioracyjnej następuje trwałe przekształcenie właściwości fizycznych i budowy profilu glebowego. Dwuwarstwowy profil płytkiej gleby organicznej zostaje przekształcony w profil, który w górnej części zawiera utwór powstały w wyniku wymieszania murszu z podłożem mineralnym, a głębiej ułożone warstwy organiczne i mineralne [WOJAHN 1961; MUNDEL 1976; KUNTZE 1990; DURKOWSKI 1991; SZYMANOWSKI 1993; MIATKOWSKI, CIEŚLIŃSKI 1996; MIATKOWSKI i in. 1999, 2001].

Mało znanym aspektem tego rodzaju sposobu rekultywacji głęboko odwodnionych płytkich gleb organicznych jest następczy wpływ przebudowy profilu na proces przeobrażeń substancji organicznej.

Celem pracy było określenie następczego wpływu przekształcenia orką agromelioracyjną głęboko odwodnionej płytkiej gleby torfowo-murszowej na jej właściwości fizyczno-wodne i zdolności retencyjne po około 20 latach od rekultywacji. W hipotezie roboczej założono, że w warunkach braku zasilania z poziomu wody gruntowej budowa profilu glebowego nie miała wpływu na proces przeobrażeń fizycznych substancji organicznej.

Materiał i metody badań

Badania były prowadzone na obiekcie Rogowiec położonym w zasięgu leja depresji wód, który powstał w wyniku odwodnienia Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”. Głębokie obniżenie poziomu wody gruntowej zapoczątkowało zło-

zony proces niekorzystnych przeobrażeń gleb organicznych. Przesuszonej masie organicznej stała się podatna na rozpylenie i pożary, w wyniku których nastąpiło punktowe zniszczenie jej zasobów. Po nieskutecznych próbach rekultywacji tego obiektu metodami tradycyjnymi, podjęto próbę rekultywacji gleb przy pomocy orki agromelioracyjnej. Orkę wykonano w roku 1982, na głębokość 75 cm. Profil płytkiej gleby torfowo-murszowej MIIIc1 o miąższości 45–50 cm, podścielony piaskiem luźnym, został przekształcony w profil gleby o budowie warstwowej i pierwotnej miąższości 70–80 cm, którą można zaliczyć do gleb antropogenicznych typu rigosoli pomurszowych.

W pracy przedstawiono rezultaty badań prowadzonych w latach 1993–2001, w okresie 11–20 lat od rekultywacji. W tym okresie miąższość warstwy organicznej w profilu o budowie naturalnej zmniejszyła się do około 40 cm. Badania obejmowały oznaczenia zawartości substancji organicznej, gęstości objętościowej oraz pełnych charakterystyk wodnych gleby. Badania te wykonano łącznie w 237 próbach gleby. Próby gleby pobierano przed rozpoczęciem okresu wegetacji do cylinderków o objętości 100 cm³, w czterech powtórzeniach. W profilu przekształconym orką próby pobierano z warstwy powierzchniowej, którą stanowił homogeniczny utwór powstały z wymieszania piasku i murszu, a głębiej – z ukośnicie ułożonych warstw organicznych. Charakterystyki wodne gleby oznaczono wg metody ZAWADZKIEGO [1973]. W każdym cylinderku, po określeniu gęstości objętościowej i charakterystycznych pojemności wodnych, oznaczano popielność metodą żarzenia w temperaturze 550°C. Uzyskane wyniki analizowano za pomocą dwuczynnikowej analizy wariancji dla profili i warstwy gleby. Poziomymi czynnika I były profile: o budowie naturalnej i przekształcony orką agromelioracyjną, natomiast poziomami czynnika II były warstwy: 0–10, 10–20, 20–30 i 30–40 cm w profilu naturalnym oraz 0–10, 10–30, 30–50 i 50–70 cm w profilu przekształconym. Analizę istotności różnic między średnimi wykonano przy pomocy testu Tukeya. W dalszej części pracy zinterpretowano najważniejsze, statystycznie istotne różnice wartości parametrów gleby, dokumentujące wielkość i zakres ich zmian po rekultywacji.

Wyniki i dyskusja

Analiza wariancji wykazała istotny wpływ czynnika I i II oraz istotność interakcji tych czynników na zawartość masy organicznej, gęstość objętościową i charakterystyczne pojemności wodne gleby. Ocena zróżnicowania średniej wartości tych parametrów testem Tukeya między warstwami w obrębie poszczególnych profili nie wykazała istotnych różnic między wartościami tych parametrów w obrębie profilu o budowie naturalnej (tab. 1, 2). Natomiast w obrębie profilu przekształconego orką agromelioracyjną istotne różnice wartości średnich wszystkich ww. parametrów stwierdzono między warstwą powierzchniową (0–10 cm) a pozostałymi warstwami. Można więc stwierdzić, że poszczególne warstwy tworzyły ze względu na zawartość substancji organicznej, gęstość objętościową i charakterystyczne pojemności wodne grupę jednorodną w profilu o budowie naturalnej, a w profilu przekształconym (z wyjątkiem zawartości substancji organicznej) dwie grupy (warstwa 0–10 oraz warstwy: 10–30, 30–50, 50–70). Warstwa powierzchniowa w obrębie profilu przekształconego orką agromelioracyjną miała istotnie mniejszą zawartość substancji organicznej, większą gęstość

objętościową i mniejsze charakterystyczne pojemności wodne w porównaniu z pozostałymi warstwami utworu organicznego.

Tabela 1; Table 1

Średnia zawartość masy organicznej i gęstość objętościowa murszu w profilu o budowie naturalnej i przekształconym orką agromelioracyjną

Mean organic matter content and bulk density of muck in naturally layered profile and in profile transformed by agromelioration ploughing

Profil Profile	Warstwa Layer (cm)	Zawartość masy organicznej Organic matter content		Gęstość objętościowa Bulk density	
		% s.m., % DM	SD	Mg·m ⁻³	SD
Naturalny Natural	0–10	63,85 abc	8,3	0,352 bc	0,036
	10–20	67,98 ab	10,7	0,317 c	0,022
	20–30	71,73 a	7,8	0,332 c	0,021
	30–40	71,11 ab	10,0	0,328 c	0,043
Przekształcony orką; Transform- ed by plough- ing	0–10	18,11 c	11,0	0,853 a	0,324
	10–30	49,68 d	13,5	0,451 b	0,122
	30–50	58,41 c	12,8	0,376 bc	0,083
	50–70	62,96 bc	9,6	0,369 bc	0,074

A profil naturalny; natural profile

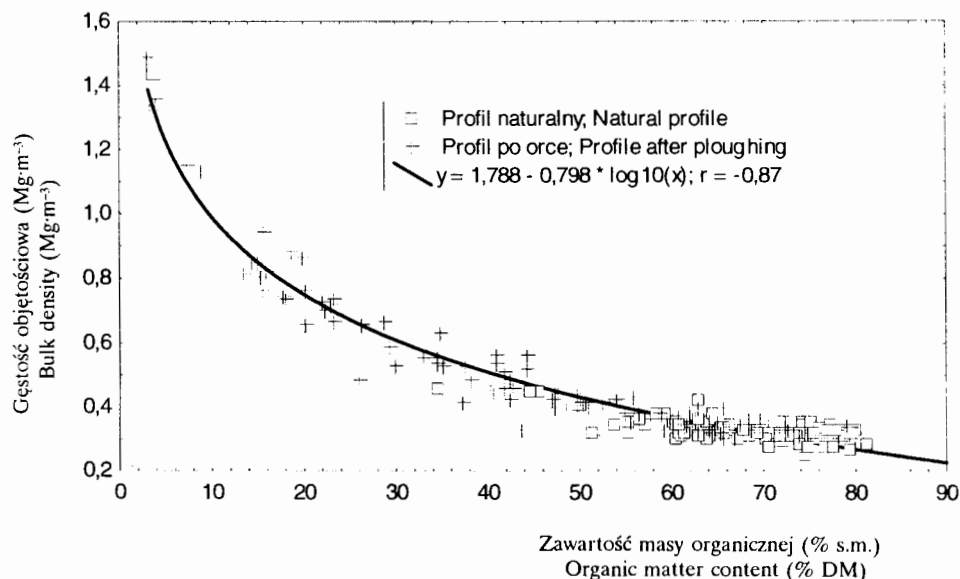
B profil przekształcony orką; profile transformed by ploughing

SD odchylenie standardowe; standard deviation

a, b, c, ... oznaczenie istotności różnic średnich w kolumnach, między dowolnymi warstwami w obrębie, jak również między badanymi profilami. Jeśli przy porównywanych wartościach nie powtarza się ta sama litera (np. ab; c; d), to te wartości różnią się od siebie istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$. Powtórzenie się tej samej litery (np. ab i bc) oznacza, że nie stwierdzono istotnych różnic między tymi wartościami; denotation of significance for mean differences in columns among any layers within as well as between the investigated profiles. If at compared means the same letter is not repeated (e.g. ab; c; d) then the values differ significantly from each other at $\alpha = 0.05$. Repetition of the same letter (e.g. ab and bc) shows that no significant differences were found between the means

Porównanie zawartości masy organicznej w badanych profilach wykazało, że była ona istotnie mniejsza w profilu przekształconym orką agromelioracyjną. Tylko w warstwie 50–70 cm tego profilu nie stwierdzono istotnego zmniejszenia się zawartości substancji organicznej w porównaniu z poszczególnymi warstwami profilu o budowie naturalnej (tab. 1). Zawartość masy organicznej w profilu o budowie naturalnej wynosiła średnio 68,7%, natomiast w warstwach murszowych (10–30, 30–50 i 50–70 cm) profilu przekształconego orką – średnio 57,0%. Ta zmiana zawartości substancji organicznej była spowodowana domieszką piasku luźnego z podłoża mineralnego.

Zawartość masy organicznej jest czynnikiem decydującym między innymi o gęstości objętościowej i pojemności wodnej gleby. W celu porównania tych właściwości między badanymi profilami, niezależnie od zawartości substancji organicznej, przeprowadzono analizę regresji zależności gęstości objętościowej (rys. 1) oraz charakterystycznych pojemności wodnych murszu (rys. 2) od zawartości masy organicznej. Istotnie statystycznie zależności regresyjne gęstości i pojemności wodnych od zawartości substancji organicznej, które można było opisać równaniem jednej krzywej, niezależnie od budowy profilu gleby (rys. 1 i 2), wskazują na brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o braku różnicy wielkości przeobrażeń gęstości objętościowej i charakterystycznych pojemności wodnych utworu murszowego między profilem o budowie naturalnej a profilem przekształconym orką agromelioracyjną.



Rys. 1. Zależność między gęstością objętościową a zawartością masy organicznej w profilu o budowie naturalnej i przekształconym orką agromeliorycyjną

Fig. 1. Relationship between bulk density and organic matter content in naturally layered profile and in profile transformed by agroeclamation matter

Tabela 2; Table 2

Średnia pojemność wodna murszu w profilu o budowie naturalnej i przekształconym orką agromeliorycyjną

Mean water capacity of muck in naturally layered profile and in profile transformed by agroeclamation ploughing

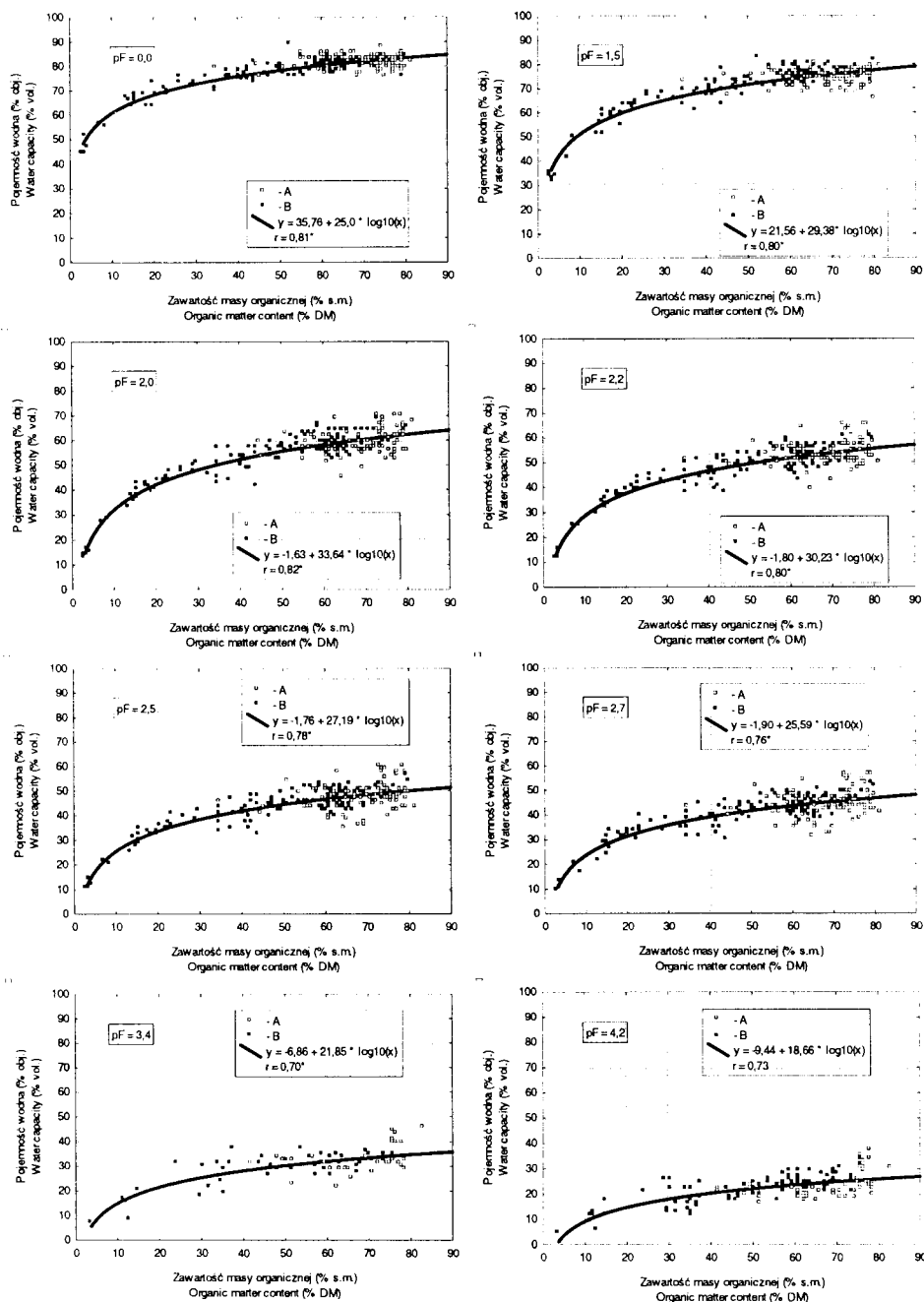
Profil Profile	Warstwa Layer (cm)	Charakterystyczne pojemności wodne odpowiadające wartości pF Characteristic water capacities corresponding to pF volume							
		0,0		0,2		2,7		4,2	
		% obj. % vol.	SD	% obj. % vol.	SD	% obj. % vol.	SD	% obj. % vol.	SD
A	0-10	80,9 ab	3,1	56,6 a	4,1	41,5 a	5,4	20,6 b	3,1
	10-20	82,3 a	2,2	60,5 a	3,3	45,6 a	2,7	21,7 ab	2,2
	20-30	81,4 ab	2,2	61,2 a	4,8	46,3 a	4,9	24,0 ab	2,2
	30-40	81,7 a	2,8	60,2 a	6,0	46,1 a	7,2	25,4 ab	2,8
B	0-10	65,2 c	10,6	36,5 b	12,2	27,5 b	10,0	13,4 c	10,6
	10-30	77,5 b	4,2	56,5 a	5,9	42,3 a	4,5	22,0 ab	4,2
	30-50	80,0 ab	3,3	57,9 a	4,8	43,1 a	4,5	23,9 ab	3,3
	50-70	79,8 ab	3,4	57,1 a	4,5	42,6 a	4,9	25,5 a	3,4

A profil naturalny; natural profile

B profil przekształcony orką; profile transformed by ploughing

SD odchylenie standardowe; standard deviation

a, b, c, ... interpretacja istotności różnic jak w tab. 1; interpretation of significance of differences as in Tab. 1



Rys. 2. Zależność między pojemnością wodną murszu a zawartością masy organicznej w profilu o budowie naturalnej (A) i przekształconym orką agromelioracyjną (B)

Fig. 2. Relationship between muck water capacity and organic matter content in naturally layered profile (A) and in profile transformed by agrotechnical ploughing (B)

Można zatem stwierdzić, że w warunkach głębokiego obniżenia poziomu wody gruntowej proces fizycznych przeobrażeń masy organicznej po rekultywacji gleby przebiegał przez około 20 lat z podobnym nasileniem w obu profilach, nie powodując między nimi istotnego zróżnicowania podstawowych właściwości fizyczno-wodnych utworu murszowego. Taki przebieg przeobrażeń masy organicznej uwarunkowany był głównie dwoma czynnikami – pełnym natlenieniem gleby i brakiem frakcji koloidalnych w utworze mineralnym podłoża. W warunkach głębokiego położenia zwierciadła wody gruntowej w profilu przekształconym orką agromelioracyjną, mimo przemieszczenia części masy organicznej w głębsze warstwy, gleba, podobnie jak w profilu o budowie naturalnej, była w pełni natleniona. Nie wystąpił więc główny czynnik ograniczający proces przeobrażeń substancji organicznej – niedotlenienie gleby. Domieszka piasku luźnego z mineralnego podłoża także nie miała znaczącego wpływu na proces przeobrażeń substancji organicznej, ponieważ brak znaczącej ilości mineralnej frakcji koloidalnej w tym utworze, ograniczył tworzenie się kompleksów mineralno-organicznych. Wykazane istotne różnice między zawartością masy organicznej, gęstością objętościową i pojemnościami wodnymi poszczególnych warstw w obrębie profilu przekształconego orką agromelioracyjną oraz między badanymi profilami były więc głównie rezultatem częściowego wymieszania murszu z utworem mineralnym.

Tabela 3; Table 3

Zdolności retencyjne warstwy organicznej
Organic layer water holding capacity

Profil Profile	Warstwa Layer (cm)	Objętość murszu Muck volume (dm ³ ·m ⁻²)	Objętość porów; Pore volume (dm ³ ·m ⁻²)			
			makropory macropores (pF 0–2,0)	mezopory mesopores		mikropory micropores (pF > 4,2)
				ERU	PRU	
A	0–45	450	117	60	162	107
B	0–10	100	27	10	27	14
	10–75	400	88	58	136	93
	0–75	500	115	68	163	107

A – profil o budowie naturalnej; naturally layered profile

B – profil przekształcony orką; profile transformed by ploughing

ERU – efektywna retencja użyteczna (pF 2,0–2,7); readily available water capacity (pF 2,0–2,7)

PRU – potencjalna retencja użyteczna (pF 2,0–4,2); totally available water capacity (pF 2,0–4,2)

Niejednorodna, warstwowa budowa oraz zróżnicowanie właściwości fizyczno-wodnych poszczególnych warstw profilu przekształconego orką agromelioracyjną [MIATKOWSKI, CIEŚLIŃSKI 1996] utrudniają ocenę zdolności retencyjnych całego profilu. Potencjalną i efektywną retencję profili gleb wyznaczono dla rzeczywistych średnich zawartości substancji organicznej, obliczając charakterystyczne pojemności wodne gleby z równań regresji (rys. 2) z uwzględnieniem przyrostu objętości gleby spowodowanym wymieszanym masy organicznej z piaskiem luźnym. W profilu przekształconym orką przyjęto, że warstwa powierzchniowa (0–10 cm) powstała z wymieszania murszu z piaskiem w stosunku 1 : 1 oraz, że w warstwie 10–75 cm pionowe rozmieszczenie masy organicznej było równomierne. Pominięto wielkość retencji w warstwach piasku luźnego, który charakteryzował się

małymi zdolnościami retencyjnymi. Z danych zawartych w tabeli 3 wynika, że potencjalna (PRU) i efektywna (ERU) retencja użyteczna całego profilu nie zmieniły się znacząco po wykonaniu orki agromelioracyjnej. Nieco gorsze zdolności retencyjne warstw organicznych, z powodu domieszki piasku luźnego, w profilu przekształconym orką agromelioracyjną (tab. 2), zostały skompensowane przyrostem objętości gleby w tych warstwach (tab. 3).

Wnioski

1. Zmiany gęstości objętościowej, zawartości masy organicznej i charakterystycznych pojemności wodnych murszu w profilu przekształconym orką agromelioracyjną, w porównaniu z profilem o budowie naturalnej, były spowodowane głównie domieszką piasku luźnego z podłoża mineralnego.
2. Brak istotnego zróżnicowania przebiegu zależności regresyjnych gęstości oraz pojemności wodnych gleby w zależności od budowy profilu gleby, określonych po około 20 latach od rekultywacji, wskazuje, że proces przeobrażeń fizycznych utworu murszowego w tym okresie zachodził niezależnie od budowy profilu.
3. Przebudowa profilu przy pomocy orki agromelioracyjnej nie spowodowała zasadniczych zmian efektywnej i potencjalnej retencji użytecznej warstw organicznych gleby, w porównaniu z profilem o budowie naturalnej. Nieco gorsze właściwości retencyjne warstw organicznych w profilu po orce agromelioracyjnej, spowodowane domieszką piasku luźnego, zostały skompensowane przyrostem całkowitej objętości gleby w tym profilu.
4. Biorąc pod uwagę fakt, że wykonanie orki agromelioracyjnej umożliwiło rekultywację, ochronę przed pożarem i erozją wietrzną gleby oraz rolnicze zagospodarowanie i trwałe użytkowanie łąkowe lub łąkowo-polowe zdegradowanego siedliska, zabieg ten można zalecać do rekultywacji płytkich gleb organicznych silnie zagrożonych degradacją i zniszczeniem z powodu głębokiego i trwałego odwodnienia.

Literatura

CIEŚLIŃSKI Z., MIATKOWSKI Z., ROGUSKI W. 1994. *Degradacja i ochrona gleb organicznych w rejonie Kopalni Odkrywkowej Węgla Brunatnego „Bełchatów”*. Roczn. AR w Poznaniu CCLXVI: 89–93.

CIEŚLIŃSKI Z., MIATKOWSKI Z., TURBIAK J. 1996. *Procesy degradacji i mineralizacji w głęboko odwodnionych glebach organicznych oraz możliwości ochrony tych gleb za pomocą orki agromelioracyjnej*. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe „Ochrona agroekosystemów zagrożonych erozją”. Puławy, 11–13 IX 1996: 353–362.

DURKOWSKI T. 1991. *Wpływ orok głębokich na zmiany niektórych właściwości fizyczno-wodnych i przebieg uwilgotnienia gleb mineralno-murszowych*. Mat. Sem. IMUZ 30: 199–218.

FRĄCKOWIAK H., FELIŃSKI T. 1994. *Obniżanie się powierzchni łąkowych gleb organicznych w warunkach intensywnego przesuszenia*. Wiad. IMUZ XVIII(2): 29–36.

GAWLIK J. 1991. Wpływ głębokiego odwodnienia gleb torfowych BOP na ich warunki hydrologiczne i fizyczno-wodne właściwości. Wiad. IMUZ XVI(3): 57–78.

GRZYB ST. 1990. Szata roślinna użytków zielonych oraz zachodzące w niej przekształcenia w ekstremalnie zmieniających się warunkach siedliskowych. Konferencja naukowo-techniczna „Intensyfikacja użytków zielonych a ochrona środowiska przyrodniczego”. NOT, SITWM, Warszawa: 80–95.

KUNTZE H. 1990. Moorrekultivierung und Konservierende Bodennutzung (Statusbericht). Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkd., Berlin 34(8): 503–509.

MIATKOWSKI Z., CIEŚLIŃSKI Z. 1996. Zmiany właściwości fizyczno-wodnych płytkiej gleby torfowo-murszowej pod wpływem orki agromelioracyjnej. Wiad. IMUZ XVIII(4): 149–162.

MIATKOWSKI Z., CIEŚLIŃSKI Z., TURBIAK J. 1999. Zastosowanie orki agromelioracyjnej w rekultywacji głęboko odwodnionej gleby mineralno-murszowej. Acta Agrophysica 23: 97–105.

MIATKOWSKI Z., CIEŚLIŃSKI Z., TURBIAK J. 2001. Rekultywacja zdegradowanych płytkich gleb organicznych za pomocą orki agromelioracyjnej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 477: 231–237.

MUNDEL G. 1976. Untersuchungen zur Torfmineralisation in Niedermooren. Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkd., Berlin 20(10): 669–679.

SZYMANOWSKI M. 1993. Agromelioracja płytkich gleb organicznych w uprawie polowej przez stosowanie głębokiej orki. Wiad. IMUZ XVII(3): 125–137.

WOJAHN E. 1961. Pierwsze wyniki zmechanizowanego piaskowania płytkich torfowisk niskich o podłożu piaszczystym prowadzonego w celu trwałej poprawy zbyt suchych siedlisk łąkowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 27a: 93–119.

ZAWADZKI S. 1973. Laboratoryjne oznaczanie zdolności retencyjnych utworów glebowych. Wiad. IMUZ XI(2): 11–31.

Słowa kluczowe: właściwości fizyczno-wodne, gleba organiczna, orka agromelioracyjna, rekultywacja

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczące właściwości fizyczno-wodnych głęboko odwodnionej płytkiej gleby torfowo-murszowej M_tIIIc₁ zreakultwowanej przy pomocy orki agromelioracyjnej. Określono właściwości fizyczno-wodne murszu w profilu o budowie naturalnej i przekształconym orką w okresie 11–20 lat od momentu jej wykonania. Stwierdzono, że istotne różnice w zawartości masy organicznej i gęstości objętościowej murszu pomiędzy warstwami profilu o budowie naturalnej i przekształconego orką agromelioracyjną były spowodowane wymieszaniem murszu z podłożem mineralnym. Analiza regresji wykazała, że właściwości fizyczno-wodne murszu o takiej samej zawartości masy organicznej były w obu badanych profilach podobne. Dowodzi to, że budowa profilu glebowego nie miała wpływu na proces przeobrażeń fizycznych substancji organicznej w warunkach głębokiego odwodnienia.

PHYSICAL AND WATER PROPERTIES OF A LONG-DRAINED
SHALLOW ORGANIC SOIL TRANSFORMED
BY AGRORECLAMATION PLOUGHING

Zygmunt Miatkowski, Janusz Turbiak

Regional Research Center in Bydgoszcz,
Institute for Land Reclamation and Grassland Farming, Falenty

Key words: physical and water properties, organic soil, agroreclamation ploughing, reclamation

Summary

Results of studies concerning physical and water properties of a deeply drained shallow peat-muck soil MtIIIc1 reclaimed by agroreclamation ploughing are presented in the paper. Physical and water properties of muck were determined 11–20 years after the ploughing. It was found that significant differences in organic matter content and bulk density of muck between the layers of naturally layered profile and the profile transformed by agroreclamation ploughing resulted from mixing the muck with mineral substratum. Regression analysis showed that physical and water properties of muck with the same organic matter content were similar in both studied profiles. It proves that under the conditions of deep drainage the soil profile structure did not affect the process of organic matter physical transformations.

Dr hab. Zygmunt **Miatkowski**
Wielkopolsko-Pomorski Ośrodek Badawczy
Instytut Melioracji i Użytków Zielonych
ul. Glinki 60
85-174 BYDGOSZCZ
e-mail: imuzbyd@by.onet.pl